

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2012年8月30日(30.08.2012)



(10) 国際公開番号

WO 2012/114930 A1

(51) 国際特許分類:

H03H 9/145 (2006.01) H03H 3/08 (2006.01)
H01L 41/09 (2006.01) H03H 9/02 (2006.01)
H01L 41/18 (2006.01) H03H 9/17 (2006.01)
H01L 41/187 (2006.01) H03H 9/54 (2006.01)
H01L 41/22 (2006.01) H03H 9/64 (2006.01)
H03H 3/02 (2006.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2012/053342

(22) 国際出願日: 2012年2月14日(14.02.2012)

(25) 国際出願の言語: 日本語

(26) 国際公開の言語: 日本語

(30) 優先権データ:
特願 2011-039755 2011年2月25日(25.02.2011) JP

(71) 出願人(米国を除く全ての指定国について): 株式会社村田製作所(MURATA MANUFACTURING CO., LTD.) [JP/JP]; 〒6178555 京都府長岡京市東神足1丁目10番1号 Kyoto (JP). 国立大学法人東

北大学(TOHOKU UNIVERSITY) [JP/JP]; 〒9808577 宮城県仙台市青葉区片平二丁目1番1号 Miyagi (JP). 国立大学法人千葉大学(NATIONAL UNIVERSITY CORPORATION CHIBA UNIVERSITY) [JP/JP]; 〒2638522 千葉県千葉市稲毛区弥生町1番33号 Chiba (JP).

(72) 発明者; および

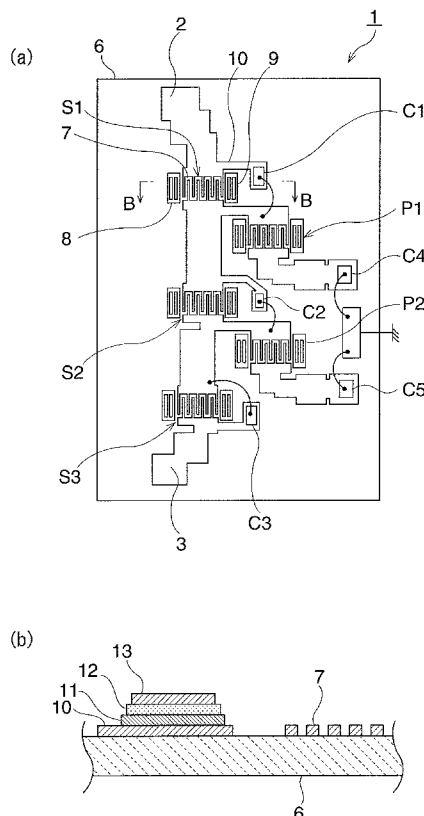
(75) 発明者/出願人(米国についてのみ): 門田 道雄(KADOTA, Michio) [JP/JP]; 〒6178555 京都府長岡京市東神足1丁目10番1号 株式会社村田製作所内 Kyoto (JP). 掘露 伊保龍(KOUTSAROFF, Ivoyl P.) [CA/JP]; 〒6178555 京都府長岡京市東神足1丁目10番1号 株式会社村田製作所内 Kyoto (JP). 平野 栄樹(HIRANO, Hideki) [JP/JP]; 〒9808577 宮城県仙台市青葉区片平二丁目1番1号 国立大学法人東北大学内 Miyagi (JP). 田中 秀治(TANAKA, Shuji) [JP/JP]; 〒9808577 宮城県仙台市青葉区片平二丁目1番1号 国立大学法人東北大学内 Miyagi (JP). 江刺 正喜(ESASHI,

[続葉有]

(54) Title: TUNABLE FILTER AND METHOD FOR MANUFACTURING SAME

(54) 発明の名称: チューナブルフィルタ及びその製造方法

[図1]



(57) Abstract: A smaller size and simpler manufacturing steps are achieved with a tunable filter obtained using a variable capacitor provided with a dielectric film in which the capacitance is varied by applied voltage. The tunable filter (1) is provided with a piezoelectric substrate (6) made from a piezoelectric material, elastic wave resonators (S1-S3, P1, P2) formed on the piezoelectric substrate (6), and variable capacitors (C1-C5) formed on the piezoelectric substrate (6). The variable capacitors (C1-C5) are provided with: a dielectric film (12) formed directly or indirectly on the piezoelectric substrate (6), the capacitance of the dielectric film being varied by applied voltage; and a first electrode (11) and a second electrode (13) designed so as to allow an electric field to be applied to the dielectric film (12).

(57) 要約: 印加電圧により静電容量が変化する誘電体膜を用いた可変コンデンサを用いたチューナブルフィルタの小型化及び製造工程の簡略化を図る。圧電材料からなる圧電基板6と、前記圧電基板6上に形成された弾性波共振子S1~S3, P1, P2と、前記圧電基板6上に形成された可変コンデンサC1~C5とを備え、前記可変コンデンサC1~C5が、圧電基板6上に直接または間接に形成されており、印加電圧により静電容量が変化する誘電体膜12と、前記誘電体膜12に電界を印加し得るように設けられた第1の電極11および第2の電極13とを備える、チューナブルフィルタ1。



Masayoshi) [JP/JP]; 〒9808577 宮城県仙台市青葉区片平二丁目1番1号 国立大学法人東北大学内 Miyagi (JP). 橋本 研也 (HASHIMOTO, Kenya) [JP/JP]; 〒2638522 千葉県千葉市稲毛区弥生町1番33号 国立大学法人千葉大学 大学院工学研究科内 Chiba (JP).

(74) 代理人: 特許業務法人 宮▲崎▼・目次特許事務所 (MIYAZAKI & METSUGI); 〒5400028 大阪府大阪市中央区常盤町1丁目3番8号 中央大通F Nビル Osaka (JP).

(81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW,

MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

明 細 書

発明の名称：チューナブルフィルタ及びその製造方法

技術分野

[0001] 本発明は、印加電圧により比誘電率が変化する誘電体膜を用いた可変コンデンサを有するチューナブルフィルタに関し、特に、圧電基板上に弾性波共振子及び上記可変コンデンサが構成されているチューナブルフィルタ及びその製造方法に関する。

背景技術

[0002] 携帯電話などの移動体通信機器では、電子部品の小型化及び軽量化が求められている。このような要求を満たすために、移動体通信機器に用いられるチューナブルフィルタにおいても小型化が求められている。従来、圧電共振子と可変コンデンサとを用いたチューナブルフィルタが種々提案されている。

[0003] 下記の特許文献１には、基板上に圧電共振器及び可変容量が構成されている圧電フィルタが開示されている。図８は、特許文献１に記載の圧電フィルタを示す回路図である。圧電フィルタ１００１は、直列圧電共振器１００２と、並列圧電共振器１００３、１００４とを有する。並列圧電共振器１００３とグラウンド電位との間にインダクタ１００５が接続されている。また、並列圧電共振器１００４とグラウンド電位との間にインダクタ１００６が接続されている。そして、並列圧電共振器１００３とインダクタ１００５との間の接続点と、並列圧電共振器１００４とインダクタ１００６との間の接続点との間にバイパス圧電共振器１００７が接続されている。バイパス圧電共振器１００７に並列に可変コンデンサ１００８が接続されている。

[0004] 図９は、圧電フィルタ１００１の模式的平面図であり、図１０は、図９のＡ－Ａ線に沿う部分の模式的断面図である。圧電フィルタ１００１は、シリコンまたはガラス基板などからなる基板１００９を用いて構成されている。直列圧電共振器１００２、並列圧電共振器１００３及び１００４は、基板１

009上に設けられた圧電薄膜共振器により構成されている。例えば、図10に示すように直列圧電共振器1002及びバイパス圧電共振器1007は、基板1009に設けられたキャビティ1009a, 1009b上に圧電薄膜共振器として構成されている。

[0005] 他方、フィルタ特性を調整するための可変コンデンサ1008は、基板1009上に設けられた絶縁体層1010に下部電極1011、強誘電体層1012及び上部電極1013をこの順序で積層することにより構成されている。特許文献1では、強誘電体層1012は、バリウムストロンチウムチタネート ($\text{Ba}_x\text{Sr}_{1-x}\text{TiO}_3$) などからなる旨が示されている。

[0006] なお、上記絶縁体層1010は、二酸化珪素、窒化珪素などからなり、下部電極1011は、圧電薄膜共振子の下部電極と同じ材料、例えばMo、Al、Ag、WまたはPtなどからなる旨が記載されている。

先行技術文献

特許文献

[0007] 特許文献1：特開2008-54046号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0008] 特許文献1では、可変コンデンサ1008が、下部電極1011、強誘電体層1012及び上部電極1013の積層体により形成されている。従って、可変容量構成部分を小型化及び薄型化することが可能とされている。

[0009] しかしながら、基板1009としてガラスやシリコン基板を用いているため、基板1009上において、圧電体層を形成して圧電薄膜共振子を構成しなければならなかった。

[0010] 従来、特許文献1に記載のバリウムストロンチウムチタネート（以下、BSTと略す）からなる誘電体層は、サファイアやMgOなどの特定の基板上においてのみ良好に成膜することが可能であった。従って、目標とするフィルタ特性などに応じた最適な圧電基板を用いて、BSTからなる誘電体層を

有する可変コンデンサを形成することができなかった。

[0011] また、BST膜の成膜温度は800℃～900℃と高い。そのため、キュリー温度が低い圧電材料からなる圧電基板上に形成した場合、圧電特性が劣化するおそれがあった。また、圧電基板の反りや割れ並びにBST膜の剥がれが発生するという問題もあった。

[0012] なお、特許文献1の第4の実施形態の変形例では、圧電基板上に弾性表面波共振子及びバラクターダイオードからなる可変容量素子が構成されているチューナブルフィルタが開示されている。もっとも、この変形例では、可変容量素子はバラクターダイオードからなり、上記強誘電体層を用いた可変コンデンサではない。

[0013] 本発明の目的は、同一圧電基板上に弾性波共振子と、印加電圧に応じて容量が変化する誘電体膜を用いて形成されている可変コンデンサとが構成されており、小型化及び薄型化を図ることができる、チューナブルフィルタ及びその製造方法を提供することにある。

課題を解決するための手段

[0014] 本発明に係るチューナブルフィルタは、圧電材料からなる圧電基板と、前記圧電基板上に形成された弾性波共振子と、前記圧電基板上に形成された可変コンデンサとを備える。前記可変コンデンサは、圧電基板上に直接または間接に形成されており、印加電圧により静電容量が変化する誘電体膜と、前記誘電体膜に電界を印加し得るように設けられた第1の電極および第2の電極とを有する。

[0015] 本発明に係るチューナブルフィルタのある特定の局面では、上記誘電体膜が、バリウムストロンチウムチタネートからなり、この場合には、容量可変幅の大きい可変コンデンサを容易に構成することができる。

[0016] 本発明に係るチューナブルフィルタの他の特定の局面では、前記誘電体膜が、前記圧電基板上に転写により形成された誘電体膜である。転写により形成された誘電体膜であるため、該誘電体膜を成膜し易い転写用支持基板上に形成し、転写することにより、圧電基板上に直接または間接に誘電体膜を確

実にかつ容易に積層することができる。

[0017] 本発明に係るチューナブルフィルタのさらに別の特定の局面では、前記弾性波共振子が、弾性表面波共振子または圧電薄膜共振子である。このように、弾性波共振子は弾性表面波共振子であってもよく、圧電薄膜共振子であってもよい。

[0018] 本発明に係るチューナブルフィルタの製造方法は、圧電基板を用意する工程と、圧電基板上に弾性波共振子を形成する工程と、前記圧電基板上に可変コンデンサを形成する工程とを備える。前記可変コンデンサを形成する工程において、印加電圧により静電容量が変化する誘電体膜を圧電基板上に直接または間接に形成する工程と、前記誘電体膜に電界を印加し得るように第1の電極および第2の電極を形成する工程とを含む。

[0019] 本発明に係るチューナブルフィルタの製造方法は、前記誘電体膜の形成が転写法により行われる。

[0020] 本発明に係るチューナブルフィルタの製造方法の他の特定の局面では、前記可変コンデンサを形成する工程が、転写用支持基板上に誘電体膜を形成する工程と、前記転写用支持基板上に形成された誘電体膜を前記圧電基板上に転写する工程とを有する。

[0021] 本発明に係るチューナブルフィルタの製造方法のさらに他の特定の局面では、前記可変コンデンサを形成する工程が、前記転写用支持基板上に、除去可能な犠牲膜を形成し、該犠牲膜上に前記誘電体膜を形成し、前記誘電体膜を前記圧電基板に接合し、接合後に前記犠牲膜を除去する工程である。

[0022] 本発明に係るチューナブルフィルタの製造方法のさらに他の特定の局面では、前記可変コンデンサを形成する工程が、レーザー光を透過する転写用支持基板上に、該レーザー光を吸収して融解または揮発する変質層を形成する工程と、前記変質層上に前記誘電体膜を形成する工程と、前記誘電体膜を前記圧電基板に接合する工程と、接合後に、前記転写用支持基板側からレーザー光を照射して前記変質層を融解または揮発させる工程とを有する。

[0023] 本発明に係るチューナブルフィルタの製造方法のさらに別の特定の局面で

は、前記可変コンデンサを形成する工程が、後で除去可能な転写用支持基板上に前記誘電体膜を形成する工程と、該誘電体膜を前記圧電基板上に直接または間接に接合する工程と、接合後に前記転写用支持基板を除去する工程とを備える。

[0024] 本発明に係るチューナブルフィルタの製造方法のさらに別の特定の局面では、前記可変コンデンサを形成する工程が、転写用支持基板上に前記誘電体膜との剥離強度が、前記転写用支持基板に対する剥離強度よりも低い易剥離層を形成する工程と、前記易剥離層上に誘電体膜を形成する工程と、前記誘電体膜を前記圧電基板上に直接または間接に接合する工程と、接合後に前記転写用支持基板上に設けられた易剥離層と前記誘電体膜との間で剥離し、前記誘電体膜を前記圧電基板上に転写する工程とを備える。

[0025] 本発明に係るチューナブルフィルタの製造方法のさらに他の特定の局面では、前記圧電基板上に、特定方向に配向している配向膜を形成する工程をさらに備え、該配向膜上に前記誘電体膜が積層される。この場合には、特定方向に配向している配向膜上に上記誘電体膜が積層されるため、静電容量可変幅をより一層大きくすることができる。

発明の効果

[0026] 本発明に係るチューナブルフィルタによれば、同一圧電基板上に弾性波共振子及び可変コンデンサが形成されているので、チューナブルフィルタの小型化を図ることができる。しかも、該可変コンデンサが、印加電圧により静電容量が変化する誘電体膜を用いて形成されている。それによって、可変コンデンサ自体の小型化を図ることも可能となる。従って、チューナブルフィルタの小型化をより一層進めることができる。

[0027] 本発明の製造方法によれば、誘電体膜を圧電基板上に直接または間接に形成するため、同一の圧電基板上に可変コンデンサと弾性波共振子を形成することができ、チューナブルフィルタの小型化を図ることができる。また、誘電体膜の形成が転写法により行われるため、印加電圧により静電容量が変化する上記誘電体膜の成膜に適した転写用支持基板上に誘電体膜を容易に形成

することができる。従って、直接誘電体膜を形成することが難しい圧電基板上に上記誘電体膜を確実に積層することができる。よって、小型化が可能な本発明のチューナブルフィルタを提供することができる。

[0028] また、本発明では、使用する素子数を大幅に少なくすることができ、寄生容量も低減することができる。従って、チューナブルフィルタを用いた通信品質の向上、歩留りの改善をも図ることができる。

図面の簡単な説明

[0029] [図1]図1(a)及び(b)は、本発明の一実施形態にかかるチューナブルフィルタの平面図及びその要部を示す部分切欠き拡大断面図である。

[図2]図2は、本発明の一実施形態にかかるチューナブルフィルタの回路図である。

[図3]図3(a)～(f)は、本発明の一実施形態にかかるチューナブルフィルタの製造方法を説明するための各正面断面図である。

[図4]図4は、本発明の一実施形態のチューナブルフィルタの周波数特性を説明するための図である。

[図5]図5(a)～(f)は、本発明の第2の実施形態にかかるチューナブルフィルタの製造方法を説明するための各正面断面図である。

[図6]図6(a)～(f)は、本発明の他の実施形態にかかるチューナブルフィルタの製造方法を説明するための各正面断面図である。

[図7]図7(a)～(f)は、本発明のさらに別の実施形態にかかるチューナブルフィルタの製造方法を説明するための各正面断面図である。

[図8]図8は、従来の圧電フィルタの回路図である。

[図9]図9は、図8に示した圧電フィルタの模式的平面図である。

[図10]図10は、図9のA-A線に沿う部分の断面図である。

発明を実施するための形態

[0030] 以下、図面を参照しつつ、本発明の具体的な実施形態を説明することにより、本発明を明らかにする。

[0031] (第1の実施形態)

図 1 (a) は、本発明の第 1 の実施形態にかかるチューナブルフィルタの模式的平面図であり、(b) はその要部を示す模式的部分切欠き拡大断面図である。また、図 2 は、本実施形態のチューナブルフィルタの回路図である。

[0032] チューナブルフィルタ 1 は、入力端子 2 と出力端子 3 とを有する。入力端子 2 と出力端子 3 とを結ぶ直列腕において、第 1 ～第 3 の直列腕共振子 S 1 ～S 3 が互いに直列に接続されている。

[0033] 第 1 の直列腕共振子 S 1 に並列に第 1 の可変コンデンサ C 1 が接続されている。第 2 の直列腕共振子 S 2 に並列に、第 2 の可変コンデンサ C 2 が接続されている。第 3 の直列腕共振子 S 3 に並列に、第 3 の可変コンデンサ C 3 が接続されている。

[0034] また、第 1、第 2 の直列腕共振子 S 1、S 2 間の接続点 4 とグラウンド電位との間に第 1 の並列腕共振子 P 1 が接続されている。第 1 の並列腕共振子 P 1 に直列に第 4 の可変コンデンサ C 4 が接続されている。第 2、第 3 の直列腕共振子 S 2、S 3 間の接続点 5 とグラウンド電位との間に、第 2 の並列腕共振子 P 2 が接続されている。並列腕共振子 P 2 に直列に第 5 の可変コンデンサ C 5 が接続されている。

[0035] 上記のように、チューナブルフィルタ 1 は、第 1 ～第 3 の直列腕共振子 S 1 ～S 3 と、第 1、第 2 の並列腕共振子 P 1、P 2 とを有するラダー型の回路構成を有する。

[0036] 本実施形態の特徴は、図 1 (a) に示すように、一つの圧電基板 6 上に、上記第 1 ～第 3 の直列腕共振子 S 1 ～S 3 及び第 1、第 2 の並列腕共振子 P 1、P 2 だけでなく、第 1 ～第 5 の可変コンデンサ C 1 ～C 5 が構成されていることにある。図 1 (a) に示すように、第 1 の直列腕共振子 S 1 は、IDT 電極 7 と IDT 電極 7 の弾性表面波伝搬方向両側に配置された反射器 8、9 とを有する。すなわち、直列腕共振子 S 1 は一ポート型弾性表面波共振子である。他の共振子、すなわち第 2、第 3 の直列腕共振子 S 2、S 3 及び第 1、第 2 の並列腕共振子 P 1、P 2 も同様に、一ポート型弾性表面波共振

子からなる。

[0037] 従って、本実施形態のチューナブルフィルタ 1 では、複数の弾性表面波共振子と、上記第 1 ～第 5 の可変コンデンサ C 1 ～C 5 とが一つの圧電基板 6 において集積されている。

[0038] 図 1 (b) は、上記第 1 の直列腕共振子 S 1 と、第 1 の可変コンデンサ C 1 とが形成されている部分を示す部分切欠き断面図である。すなわち、図 1 (b) は、図 1 (a) 中の B-B 線に沿う部分の断面図である。

[0039] 図 1 (b) に示すように、I D T 電極 7 の側方に、第 1 の可変コンデンサ C 1 が構成されている。I D T 電極 7 と第 1 の可変コンデンサ C 1 とは、図 1 (a) に示す配線パターン 10 により電氣的に接続されている。第 1 の可変コンデンサ C 1 は、圧電基板 6 上に形成された第 1 の電極 11 と、第 1 の電極 11 上に形成された誘電体膜 12 と、誘電体膜 12 上に積層された第 2 の電極 13 とを有する。ここでは、誘電体膜 12 を第 1 の電極 11 と第 2 の電極 13 で挟み込んで可変コンデンサが形成されているが、可変コンデンサの構造はこれに限定されない。誘電体膜に電界を印加できればよいため、例えば、誘電体膜上に、第 1 の電極と第 2 の電極が形成されていてもよい。

[0040] 誘電体膜 12 は印加電圧の大きさに応じて静電容量が変化する誘電体材料からなる。このような誘電体としては、様々な材料を用い得るが、本実施形態では B S T すなわちバリウムストロンチウムチタネート ($\text{Ba}_x\text{Sr}_{1-x}\text{TiO}_3$ 、但し x は 0 より大きく 1 未満の数。) からなる。ここで、 x が 0.2 より小さいと容量の変化量が小さすぎるため、また、 x が 0.8 より大きいと誘電体損失が大きくなるため、 x は $0.2 \leq x \leq 0.8$ の範囲とする。また、様々な材料としては、例えば、ビスマス亜鉛ニオブ酸 (B Z N) や、チタン酸ストロンチウム ($\text{STO} : \text{SrTiO}_3$)、 KTaO_3 などを用いることができる。

[0041] 従来、B S T 膜は、 LiTaO_3 や LiNbO_3 などの圧電基板上に直接形成することができないと考えられていた。従って、サファイアや MgO からなる基板上に B S T 膜を成膜していた。

[0042] 本願発明者は、この点についてさらに検討した結果、圧電基板上に後述の転写法によりBST膜を直接または間接に形成すれば、あるいは圧電基板上にバッファ層を形成した後にバッファ層上にBST膜を成膜すれば、BST膜を用いた可変コンデンサを圧電基板に一体に構成し得ることを見出した。この転写法により誘電体膜を形成する工程及びBST膜を直接圧電基板上に成膜する工程を本実施形態及び後述の第2～第5の実施形態において詳細に説明することとする。

[0043] 本実施形態のチューナブルフィルタ1では、上記のように、印加電圧により静電容量が変化する誘電体膜12を用いて可変コンデンサC1～C5が形成されている。従って、前述したように、一枚の圧電基板6において、複数の弾性波共振子及び複数の可変コンデンサが集積されているため、チューナブルフィルタ1の小型化を進めることができる。なお、本実施形態では、弾性波共振子として弾性表面波共振子を用いたが、弾性境界波共振子や圧電薄膜共振子を用いて弾性波共振子を構成してもよい。すなわち、圧電基板6に構成される弾性波共振子については、上記弾性表面波共振子に限定されるものではない。

[0044] 図3(a)～(f)を参照して、本実施形態のチューナブルフィルタ1の製造方法を説明する。

[0045] 本実施形態では、圧電基板6として 15° Y-XのLiNbO₃基板からなる。

[0046] 可変コンデンサを有するチューナブルフィルタにおける周波数可変幅は、弾性表面波共振子自身の通過帯域を超えることはできない。従って、周波数可変幅を広げるには、弾性表面波共振子の通過帯域を広げることが望ましい。そのため、本実施形態では、ラブ波の電気機械結合係数 k^2 が大きい、 15° Y-XのLiNbO₃基板を圧電基板6として用いた。もっとも、本発明においては、圧電基板を構成する材料は、他のカット角のLiNbO₃であってもよく、またLiTaO₃などの他の圧電単結晶により形成されていてもよい。さらに、使用する弾性波についても、ラブ波に限定されるものではない。

[0047] また、上記第1、第2の電極11、13の材料としてはPtを用いた。さらに、IDT電極7及び反射器8、9からなる各弾性表面波共振子の電極はAuにより形成した。

[0048] なお、図3(a)～(f)では、上記第1の直列腕共振子S1のIDT電極7と第1の可変コンデンサC1とが形成される部分を代表して製造方法を説明することとする。

[0049] 図3(a)に示すように、厚み625 μ mの(100)シリコン単結晶からなる転写用支持基板21を用意した。この転写用支持基板21は、上面に、300nmの厚みの熱酸化膜21aを有する。

[0050] この転写用支持基板21上に、犠牲層22として、スパッタリング法により300nmの厚みのGe膜を積層した。次に、犠牲層22上に、Pt膜13Aを積層した。すなわち、スパッタリング法により厚み100nmのPt膜13Aを成膜した。

[0051] 次に、スパッタリング法により厚み120nmのBSTからなる誘電体膜12Aを基板温度700℃の条件で成膜した。

[0052] このようにして得られたBSTからの誘電体膜12AをX線回折法により分析したところ、バラクタ特性に優れている(111)配向を有することを確認した。

[0053] 次に、反応性イオンエッチング法により上記誘電体膜12A及びPt膜13Aをパターンニングした。それによって、図3(b)に示すように、第2の電極13及び誘電体膜12を形成した。

[0054] 次に、図3(b)に示すように、上記誘電体膜12上に、リフトオフ法により、100nmの厚みのAuからなる第1の電極11をスパッタリング法により成膜した。

[0055] 他方、図3(c)に示すように、別途、15°Y-XのLiNbO₃からなる圧電基板6上に、IDT電極7を含む図1(a)に示した複数の弾性表面波共振子と、弾性表面波共振子に連なる配線パターン10とをAuにより形成した。

[0056] 図3（b）に示した転写用支持基板21及び図3（c）に示した圧電基板6をアルゴンプラズマ中で1分間加熱した後、図3（d）に示すように、圧電基板6上に、上記転写用支持基板21を上下逆転させ、積層した。それによって、配線パターン10上に、第1の電極11を接触させ、窒素雰囲気下で100℃及び10000Paの条件で熱圧着し、両者を接合した。

[0057] なお、接合に先立ち、接合面であるAuからなる表面の汚れなどを除去し、表面を活性化させた。

[0058] 上記接合温度は100℃と十分に低い。そのため、シリコンからなる転写用支持基板21及び LiNbO_3 からなる圧電基板6の熱膨張率差に起因するクラックは生じなかった。

[0059] 次に、積層構造を30重量%過酸化水素水に浸漬し、図3（e）に示すように、犠牲層22をエッチングした。それによって、第2の電極13と、転写用支持基板21の熱酸化膜21aとが分離し、誘電体膜12を圧電基板6側に転写した。すなわち、可変コンデンサ構成部分が、圧電基板6側に転写された。

[0060] 次に、図3（f）に示すように、感光性ポリイミドからなる絶縁層24により可変コンデンサ構成部分の周囲を封止した。また、上記の可変コンデンサC1の第2の電極13に接続される配線パターン10AをCuにより形成した。

[0061] 上記のように、本実施形態では、転写法によりBST膜からなる誘電体膜12を圧電基板6上に積層する。すなわち、圧電基板6上に、BST膜からなる誘電体膜12を有する可変コンデンサを圧電基板6と一体に構成することができる。

[0062] 図4は、本実施形態のチューナブルフィルタ1の周波数特性を説明するための図である。図4において実線で示すように、可変コンデンサC1～C5に電圧を印加しない状態では中心周波数を1.71GHzであった。これに対して、直列腕共振子S1～S3に並列に接続されている第1～第3の可変コンデンサC1～C3のみに+4Vの電圧を印加した場合には、破線で示す

ように、中心周波数は 1.64 GHz に変化した。また、フィルタ通過帯域高域側の減衰極は、 1.85 GHz から 1.76 GHz へ変化した。他方、並列腕共振子 $P1$ 、 $P2$ に直列に接続した可変コンデンサ $C4$ 、 $C5$ のみに $+4\text{ V}$ の電圧を印加すると、一点鎖線で示すように、中心周波数は 1.75 GHz に変化した。また、フィルタ通過帯域低域側の減衰極は、 1.58 GHz から 1.65 GHz へ変化した。すなわち、第1～第5の可変コンデンサ $C1\sim C5$ に印加する電圧を変化させることにより、チューナブルフィルタ1では、中心周波数を $1.64\text{ GHz}\sim 1.75\text{ GHz}$ まで変化させ得ることがわかる。

[0063] なお、本実施形態では、犠牲層用の材料として、 Ge を用いたが、 BST 膜の成膜温度である 700°C の温度で劣化が生じ難く、 BST の配向成長を妨げない材料であれば、適宜の材料、例えば、 Ti 、 Ru 、 W などを用いることができる。

[0064] また、犠牲層を除去する際のエッチング液としては、 BST 膜に損傷を与えない適宜のエッチング液を用いることができる。さらに、ウェットエッチングを用いてもよく、ドライエッチングを用いてもよい。

[0065] 具体的には、上記 Ge と過酸化水素水との組み合わせの他、ルテニウムからなる犠牲層とオゾンガスからなるエッチングガスとの組み合わせ、 TiW からなる犠牲層と過酸化水素水との組み合わせなどを用いることができる。

[0066] また、誘電体膜を成膜する転写用支持基板と、圧電基板の熱膨張率差に起因するクラックを防止するには、双方の熱膨張率の間の熱膨張率を有する第2の転写用支持基板を用意し、該第2の転写用支持基板に誘電体膜を転写した後に、第2の転写用支持基板側から圧電基板側に誘電体膜を転写してもよい。

[0067] (第2の実施形態)

図5(a)～(f)を参照して、第2の実施形態のチューナブルフィルタの製造方法を説明する。なお、第2の実施形態及び第3～第5の実施形態では、第1の実施形態とほぼ同様の構造のチューナブルフィルタを製造した。

但し、以下に述べるように、誘電体膜を有する可変コンデンサの形成方法において異なる。

[0068] 図5 (a) に示すように、 $500\mu\text{m}$ 厚のサファイア単結晶からなる転写用支持基板31を用意した。この転写用支持基板31のサファイアのR面上に、スパッタリング法により厚み 20nm のRu膜を成膜し、剥離層32を形成した。さらに、剥離層32上に、バッファ層として 100nm の厚みのPt膜13Aを成膜した。しかる後、スパッタリング法により、基板温度 650°C の条件で厚み 150nm のビスマス亜鉛ニオブ酸 (BZN) 膜からなる誘電体膜12Aを成膜した。得られたBZN膜をX線回折法により分析したところ、バラクタ特性に優れる(111)配向を有することを確認した。

[0069] 次に、反応性イオンエッチング法により、上記誘電体膜12A及びバッファ層としてのPt膜13Aを最終的な可変コンデンサの平面形状となるように加工した。それによって、図5 (b) に示すように、Pt膜13Aからなる第2の電極13と、可変コンデンサ用の誘電体膜12を形成した。さらに、リフトオフ法により、BZN層上に、 100nm 厚のSn膜を成膜し、第1の電極11を形成した。

[0070] 他方、図5 (c) に示すように、別途、 15°Y-X の LiNbO_3 からなる圧電基板6上に、第1の実施形態と同様に、IDT電極7及び配線パターン10をAuにより形成した。

[0071] 次に、上記のように加工した転写用支持基板31及び圧電基板6を窒素雰囲気下で 250°C の温度及び 10000Pa の条件で図5 (d) に示すように共晶接合した。すなわち、圧電基板6上に、図5 (b) に示した構造を上下逆転し、上記条件で接合した。それによって、配線パターン10に、第1の電極11が共晶接合された。

[0072] 次に、転写用支持基板31側からKrFエキシマレーザーを照射した。この照射により、Ru膜からなる剥離層32を消失させた。これは、レーザー光の照射により、Ru膜の温度が急激に高まり、サファイア中の酸素を引き抜き、揮発性の RuO_4 となり気化したものと考えられる。それによって、図

5 (d) に示すように、転写用支持基板 3 1 側の第 1, 第 2 の電極 1 1, 1 3 及び誘電体膜 1 2 の積層構造が圧電基板 6 側に転写された。

[0073] しかる後、第 1 の実施形態と同様にして、絶縁層 2 4 及び配線パターン 1 0 A を形成し、チューナブルフィルタを得た。

[0074] 本実施形態で得たチューナブルフィルタでは、第 1 ～第 5 の可変コンデンサ C 1 ～C 5 のいずれにも電圧を印加しない状態では、中心周波数は 1. 7 1 G H z であった。これに対して、直列腕共振子 S 1 ～S 3 に並列に接続されている第 1 ～第 3 の可変コンデンサ C 1 ～C 3 のみに + 4 V の電圧を印加すると、中心周波数は 1. 6 8 G H z に変化した。他方、並列腕共振子 P 1, P 2 に接続されている第 4, 第 5 の可変コンデンサ C 4, C 5 のみに + 4 V の電圧を印加すると、中心周波数は 1. 7 3 G H z に変化した。従って、可変コンデンサ C 1 ～C 5 に印加する電圧を適宜変化させることにより、中心周波数を 1. 6 8 G H z から 1. 7 3 G H z の範囲で任意に調整し得ることがわかる。

[0075] なお、レーザー光の照射により隔離する隔離層を構成する材料については、上記 R u に限定されるものではない。誘電体膜の成膜温度で安定であり、レーザー光による加熱温度、例えば 1 0 0 0 °C で急激に分解しガスを発生させる材料であり、誘電体膜の配向性を妨げない材料であれば、適宜の材料を用いることができる。このような材料としては、G a N を挙げることができる。G a N では、熱分解すると窒素ガスが発生すると同時に、残った G a が融解し、剥離を容易にする。

[0076] (第 3 の実施形態)

第 3 の実施形態の製造方法を図 6 (a) ～ (f) を参照して説明する。第 3 の実施形態では、図 6 (a) に示すように、6 2 5 μ m の厚みのシリコン単結晶 (1 1 1) 基板からなる転写用支持基板 4 1 を用いた。この転写用支持基板 4 1 は、表面に 3 0 0 n m の厚みの熱酸化膜 4 1 a を有する。この熱酸化膜 4 1 a が形成されている転写用支持基板 4 1 の上面に、剥離促進層として、厚み 1 0 n m のロジウム膜 (R h 膜) 4 2 A をスパッタリング法によ

り成膜した。

[0077] 次に、バッファ層として100nmのPt膜13Aをスパッタリング法により積層した。さらに、厚み120nmのBST膜からなる誘電体膜12Aを基板温度700℃の条件でスパッタリング法により成膜した。

[0078] 得られたBST膜をX線回折法により分析したところ、バラクタ特性に優れる(111)配向を有することを確認した。

[0079] 次に、反応性イオンエッチング法により、最終的に形成する可変コンデンサにおける平面形状となるように、誘電体膜12A及びPt膜13Aをパターンニングした。それによって、図6(b)に示すように、誘電体膜12及び第2の電極13を形成した。この場合、下方に位置しているRh膜42Aもパターンニングし、Rh膜42とした。

[0080] 次に、リフトオフ法により、誘電体膜12上に、100nmの厚みのAuからなる第1の電極11をスパッタリング法により成膜した。

[0081] 第1の実施形態と同様に、図6(c)に示すように、圧電基板6上に、IDT電極7を含む弾性表面波共振子及び配線パターン10をAuにより形成した。

[0082] しかる後、アルゴンプラズマ中で、図6(b)及び図6(c)で示した構造を1分間処理し、しかる後、窒素雰囲気下で100℃及び10000Paの条件で図6(d)に示すように、両構造を積層した。すなわち、図6(b)で示した構造を上下逆転させ、第1の電極11を圧電基板6の配線パターン10上に移植させ、熱圧着により接合した。接合温度は100℃と十分低い。従って、シリコンからなる転写用支持基板41とLiNbO₃からなる圧電基板6の熱膨張率差に起因するクラックは生じなかった。貼り合わせ後の圧電基板6と転写用支持基板41を遠ざけるように、基板面に垂直方向の力をかけて引き剥がしたところ、誘電体膜12とRh膜42との界面で剥離した。それによって、図6(e)に示すように、圧電基板6側に第1、第2の電極11、13及び誘電体膜12からなる可変コンデンサ構成部分が転写された。

[0083] しかる後、第1の実施形態と同様にして、図6（f）に示すように、絶縁層24及び配線パターン10Aを形成し、チューナブルフィルタを得た。

[0084] 本実施形態で得たチューナブルフィルタでは、第1～第5の可変コンデンサC1～C5のいずれにも電圧を印加しない状態では、中心周波数は1.71GHzであった。これに対して、直列腕共振子S1～S3に並列に接続されている第1～第3の可変コンデンサC1～C3のみに+4Vの電圧を印加すると、中心周波数は1.64GHzに変化した。他方、並列腕共振子P1，P2に接続されている第4，第5の可変コンデンサC4，C5のみに+4Vの電圧を印加すると、中心周波数は1.75GHzに変化した。従って、可変コンデンサC1～C5に印加する電圧を適宜変化させることにより、中心周波数を1.64GHzから1.75GHzの範囲で任意に調整し得ることがわかる。

[0085] なお、十分に表面が活性化された金同士は極めて高い密着力を有する。従って、上記剥離層を設けなくとも、圧電基板6と転写用支持基板41とを遠ざける方向に力を加えると、誘電体膜12と、バッファ層であるPt膜の界面で剥離が生じる。従って、上記バッファ層は必ずしも設けずともよい。

[0086] （第4の実施形態）

第4の実施形態では、誘電体膜を成長させる基板を溶解することにより、誘電体膜を圧電基板側に転写する。

[0087] 図7（a）に示すように、厚み300nmの熱酸化膜51aを上面に有する厚み625μmのシリコン単結晶（100）からなる転写用支持基板51を用意した。

[0088] 次に、上記転写用支持基板51上にバッファ層として機能するPt膜13Aを成膜した。Pt膜13Aの成膜はスパッタリング法により行い、厚みを100nmとした。しかる後、Pt膜13A上に、厚み120nmのBST膜からなる誘電体膜12Aを基板温度700℃の条件で成膜した。成膜された誘電体膜12AをX線回折法により分析したところ、バラクタ特性に優れた（111）配向を有することを確認した。

- [0089] 次に、反応性イオンエッチング法により、誘電体膜 12 A 及び Pt 膜 13 A を最終的に形成する可変コンデンサの誘電体膜 12 及び第 2 の電極 13 となるように加工した。次に、図 7 (b) に示すように、リフトオフ法により、誘電体膜 12 上に、100 nm 厚の Au 膜をスパッタリング法により成膜し、第 1 の電極 11 を形成した。
- [0090] 図 7 (c) に示すように、第 1 の実施形態と同様にして、別途、圧電基板 6 上に IDT 電極 7 及び配線パターン 10 を形成した。
- [0091] 図 7 (d) に示すように、図 7 (b) に示した構造と、図 7 (c) に示した構造とを窒素雰囲気下で 100℃ 温度及び 10000 Pa の条件で熱圧着した。すなわち、圧電基板 6 上の配線パターン 10 上に、図 7 (b) に示した第 1 の電極 11 が接触するように熱圧着する。この場合においても貼り付け温度は 100℃ と十分に低い。そのため、シリコンからなる転写用支持基板 51 と LiNbO_3 からなる圧電基板 6 の熱膨張率差に起因するクラックは生じなかった。
- [0092] しかる後、転写用支持基板 51 を上記圧電基板 6 と反対側の面から研磨し、厚みを 150 μm まで薄くした後、60℃ の温度、25 重量%濃度の TMAH 水溶液に浸漬し、シリコンからなる転写用支持基板 51 を除去し、図 7 (d) に示すように、熱酸化膜 51 a を露出させた。この熱酸化膜 51 a を、バッファードフッ酸により除去した。このようにして、図 7 (e) に示すように、第 2 の電極 13 を露出させた。
- [0093] 上記のようにして、可変コンデンサを構成している第 1, 第 2 の電極 11, 13 及び誘電体膜 12 が圧電基板 6 側に転写することができた。しかる後、第 1 の実施形態と同様に、図 7 (f) に示すように、絶縁層 24 及び配線パターン 10 A を形成し、チューナブルフィルタを得た。
- [0094] 本実施形態で得たチューナブルフィルタでは、第 1 ～第 5 の可変コンデンサ C1 ～C5 のいずれにも電圧を印加しない状態では、中心周波数は 1.71 GHz であった。これに対して、直列腕共振子 S1 ～S3 に並列に接続されている第 1 ～第 3 の可変コンデンサ C1 ～C3 のみに +4 V の電圧を印加

すると、中心周波数は 1.64 GHz に変化した。他方、並列腕共振子 $P1$ 、 $P2$ に接続されている第4、第5の可変コンデンサ $C4$ 、 $C5$ のみに $+4\text{ V}$ の電圧を印加すると、中心周波数は 1.75 GHz に変化した。従って、可変コンデンサ $C1\sim C5$ に印加する電圧を適宜変化させることにより、中心周波数を 1.64 GHz から 1.75 GHz の範囲で任意に調整し得ることがわかる。

[0095] なお、本実施形態において、上記転写用支持基板51としては、シリコン以外の材料を用いてもよい。すなわち、誘電体膜の成長温度に耐えることができ、誘電体膜の配向成長を妨げず、さらに上記のように容易に除去し得る適宜の材料を用いることができる。このような材料としては、 MgO を挙げることができる。 MgO からなる基板の場合、塩酸により除去することができる。

[0096] (第5の実施形態)

第5の実施形態では、転写法ではなく、誘電体膜12を圧電基板上において直接成膜した。なお、作製したチューナブルフィルタの構造は第1の実施形態と同様であるが、使用した材料及び各膜の厚み等が以下のとおり異なる。

[0097] まず、 0.35 mm 厚みの Y 板の LiNbO_3 からなる圧電基板6上に、リフトオフ法により、厚み 0.02λ の Pt 膜により IDT 電極7を含む弾性表面波共振子の電極、配線パターン10及び可変コンデンサ用第1の電極11を形成した。ここで、弾性表面波共振子における IDT 電極7で定まる波長、すなわち λ は $2\mu\text{m}$ とした。

[0098] IDT 電極の交叉幅は 15λ 、電極指の対数は100対とし、反射器における極指の本数は20本とした。

[0099] 次に、第1の電極11上に、 700°C の温度で RF マグネトロンスパッタにより、 $0.6\mu\text{m}$ の BST からなる誘電体膜を直接成膜した。

[0100] 従来、 LiNbO_3 と BST の熱膨張率差により、成膜後に圧電基板に反りが生じることが知られていた。しかしながら、本実施形態では、成膜時の A

rとO₂の流量を制御することにより、反りの少ない圧電基板を得ることができた。

[0101] 上記のようにして得られた誘電体膜12上に、厚みが0.02λ及び20×20μmの矩形のPt膜を形成し、それによって第2の電極13とした。

[0102] 上記のようにして、圧電基板6上に、弾性表面波共振子及び可変コンデンサを形成してチューナブルフィルタを得た。この構造では、可変コンデンサに直流電圧0～8Vを印加すると、静電容量は4pF～1pFの範囲で変化した。従って、本実施形態のチューナブルフィルタにおいても、第1～第4の実施形態と同様に、可変コンデンサC1～C5に電圧を印加することにより周波数を大きく変化させ得ることがわかる。

符号の説明

- [0103] 1…チューナブルフィルタ
2…入力端子
3…出力端子
4, 5…接続点
6…圧電基板
7…IDT電極
8, 9…反射器
10, 10A…配線パターン
11…第1の電極
12, 12A…誘電体膜
13…第2の電極
13A…Pt膜
21…転写用支持基板
21a…熱酸化膜
22…犠牲層
24…絶縁層
31…転写用支持基板

3 2 …剥離層

4 1 …転写用支持基板

4 1 a …熱酸化膜

4 2, 4 2 A …R h 膜

5 1 …転写用支持基板

5 1 a …熱酸化膜

C 1 ～C 5 …可変コンデンサ

S 1 ～S 3 …直列腕共振子

P 1, P 2 …並列腕共振子

請求の範囲

- [請求項1] 圧電材料からなる圧電基板と、
前記圧電基板上に形成された弾性波共振子と、
前記圧電基板上に形成された可変コンデンサとを備え、
前記可変コンデンサが、圧電基板上に直接または間接に形成されており、印加電圧により静電容量が変化する誘電体膜と、前記誘電体膜に電界を印加し得るように設けられた第1の電極および第2の電極とを有する、チューナブルフィルタ。
- [請求項2] 前記誘電体膜が、バリウムストロンチウムチタネートからなる、請求項1に記載のチューナブルフィルタ。
- [請求項3] 前記誘電体膜が、前記圧電基板上に転写により形成された誘電体膜である、請求項1または2に記載のチューナブルフィルタ。
- [請求項4] 前記弾性波共振子が、弾性表面波共振子または圧電薄膜共振子である、請求項1～3のいずれか1項に記載のチューナブルフィルタ。
- [請求項5] 圧電基板を用意する工程と、
圧電基板上に弾性波共振子を形成する工程と、
前記圧電基板上に可変コンデンサを形成する工程とを備え、
前記可変コンデンサを形成する工程において、印加電圧により静電容量が変化する誘電体膜を圧電基板上に直接または間接に形成する工程と、前記誘電体膜に電界を印加し得るように第1の電極および第2の電極を形成する工程とを含む、チューナブルフィルタの製造方法。
- [請求項6] 前記誘電体膜の形成が転写法により行われる、請求項5に記載のチューナブルフィルタの製造方法。
- [請求項7] 前記可変コンデンサを形成する工程が、転写用支持基板上に誘電体膜を形成する工程と、前記転写用支持基板上に形成された誘電体膜を前記圧電基板上に転写する工程とを有する、請求項6に記載のチューナブルフィルタの製造方法。
- [請求項8] 前記可変コンデンサを形成する工程が、前記転写用支持基板上に、

除去可能な犠牲膜を形成する工程と、該犠牲膜上に前記誘電体膜を形成する工程と、前記誘電体膜を前記圧電基板に接合する工程と、接合後に前記犠牲膜を除去する工程とを有する、請求項6に記載のチューナブルフィルタの製造方法。

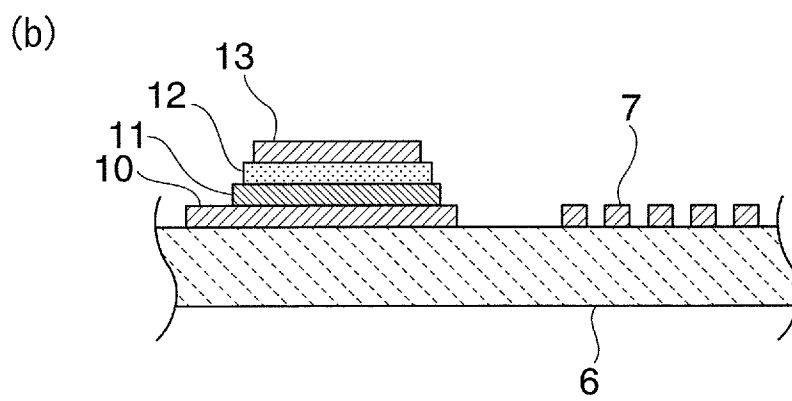
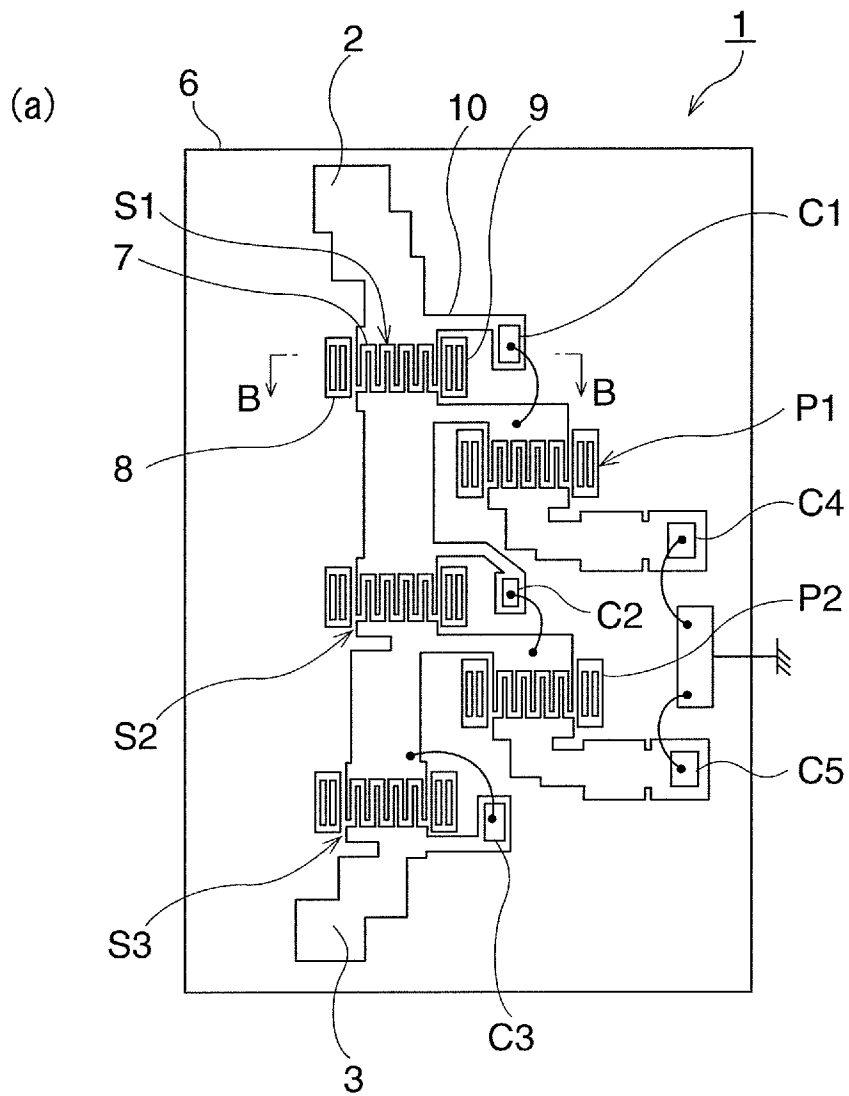
[請求項9] 前記可変コンデンサを形成する工程が、レーザー光を透過する転写用支持基板上に、該レーザー光を吸収して融解または揮発する変質層を形成する工程と、前記変質層上に前記誘電体膜を形成する工程と、前記誘電体膜を前記圧電基板に接合する工程と、接合後に、前記転写用支持基板側からレーザー光を照射して前記変質層を融解または揮発させる工程とを有する、請求項6に記載のチューナブルフィルタの製造方法。

[請求項10] 前記可変コンデンサを形成する工程が、後で除去可能な転写用支持基板上に前記誘電体膜を形成する工程と、該誘電体膜を前記圧電基板上に直接または間接に接合する工程と、接合後に、前記転写用支持基板を除去する工程とを有する、請求項6に記載のチューナブルフィルタの製造方法。

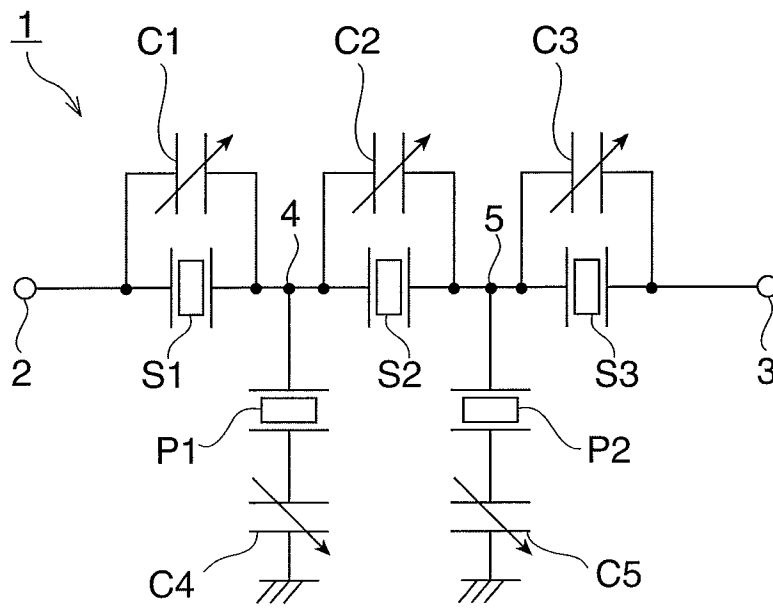
[請求項11] 前記可変コンデンサを形成する工程が、転写用支持基板上に、前記誘電体膜との剥離強度が、前記転写用支持基板に対する剥離強度よりも低い易剥離層を形成する工程と、前記易剥離層上に誘電体膜を形成する工程と、前記誘電体膜を前記圧電基板上に直接または間接に接合する工程と、前記転写用支持基板上に設けられた易剥離層と前記誘電体膜との間で剥離し、前記誘電体膜を前記圧電基板上に転写する工程とを有する、請求項6に記載のチューナブルフィルタの製造方法。

[請求項12] 前記圧電基板上に、特定方向に配向している配向膜を形成する工程をさらに備え、該配向膜上に前記誘電体膜を積層する、請求項5に記載のチューナブルフィルタの製造方法。

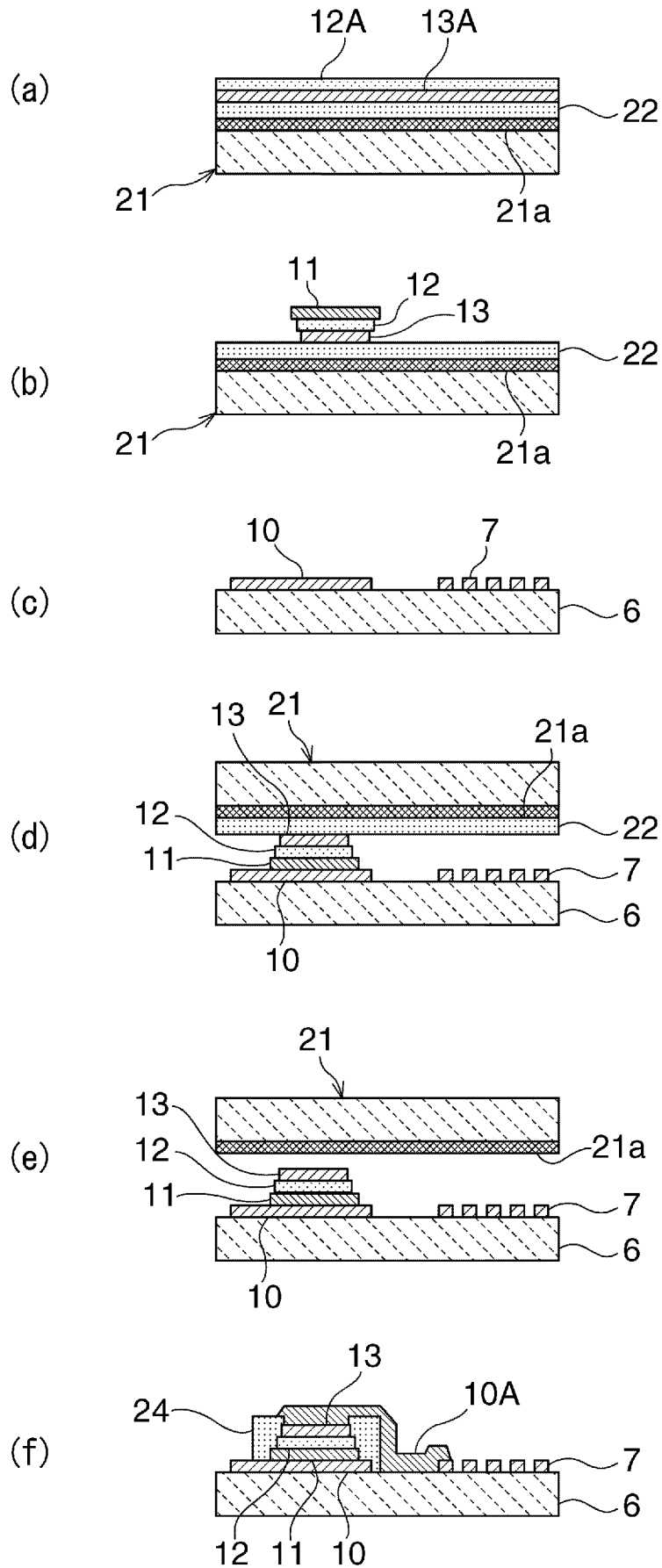
[図1]



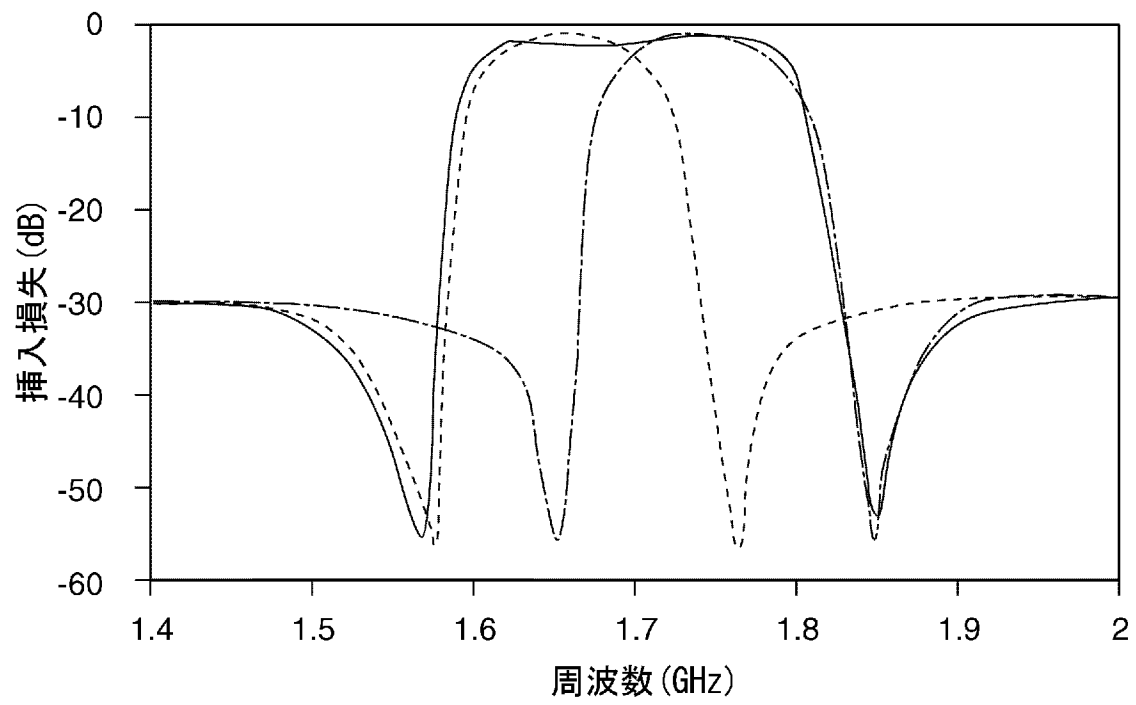
[図2]



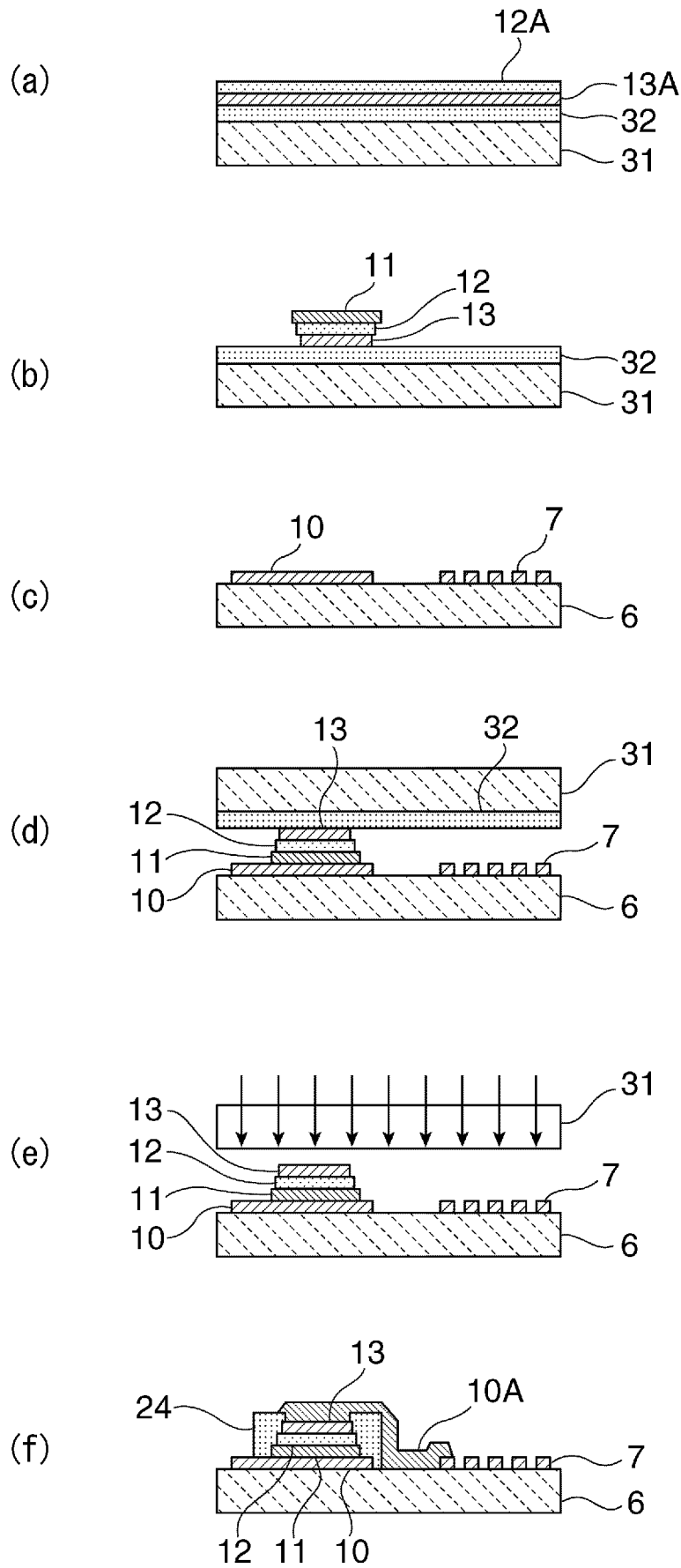
[図3]



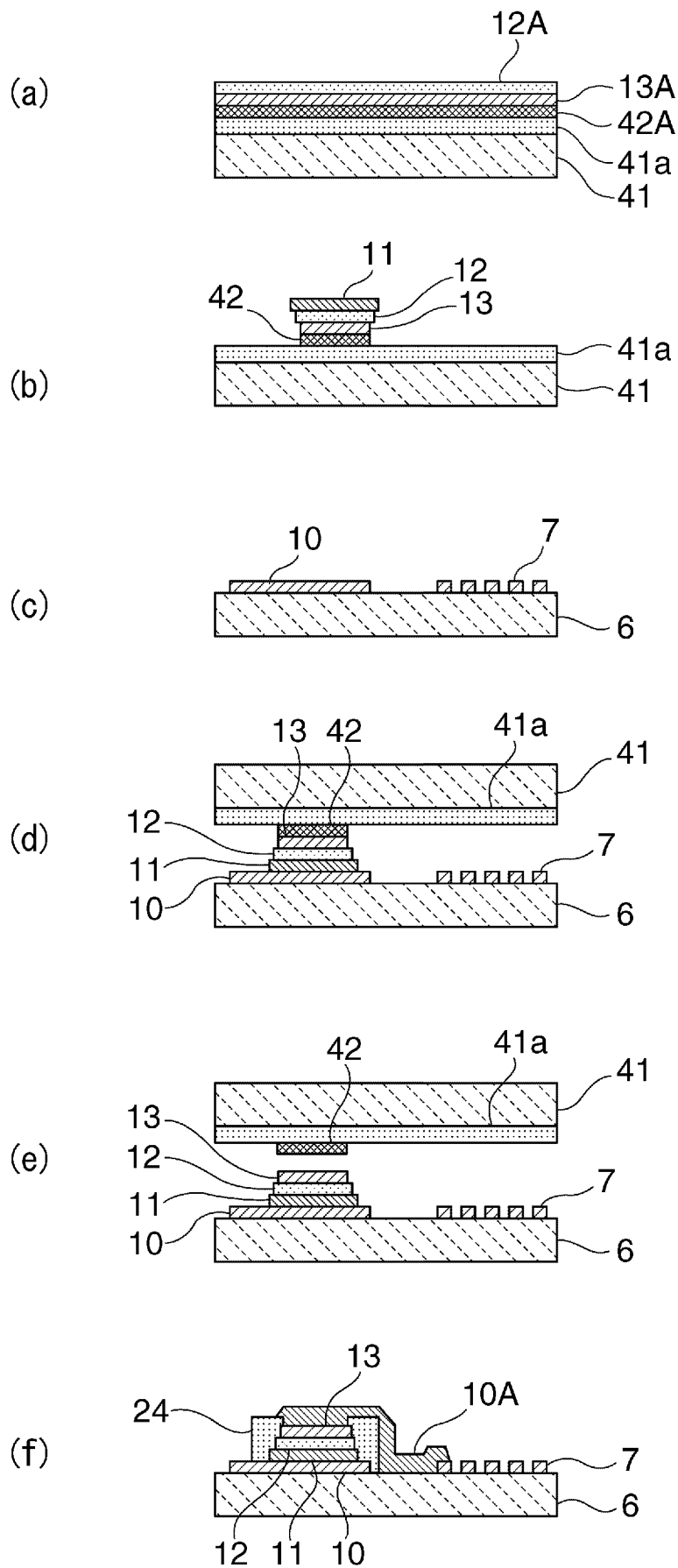
[図4]



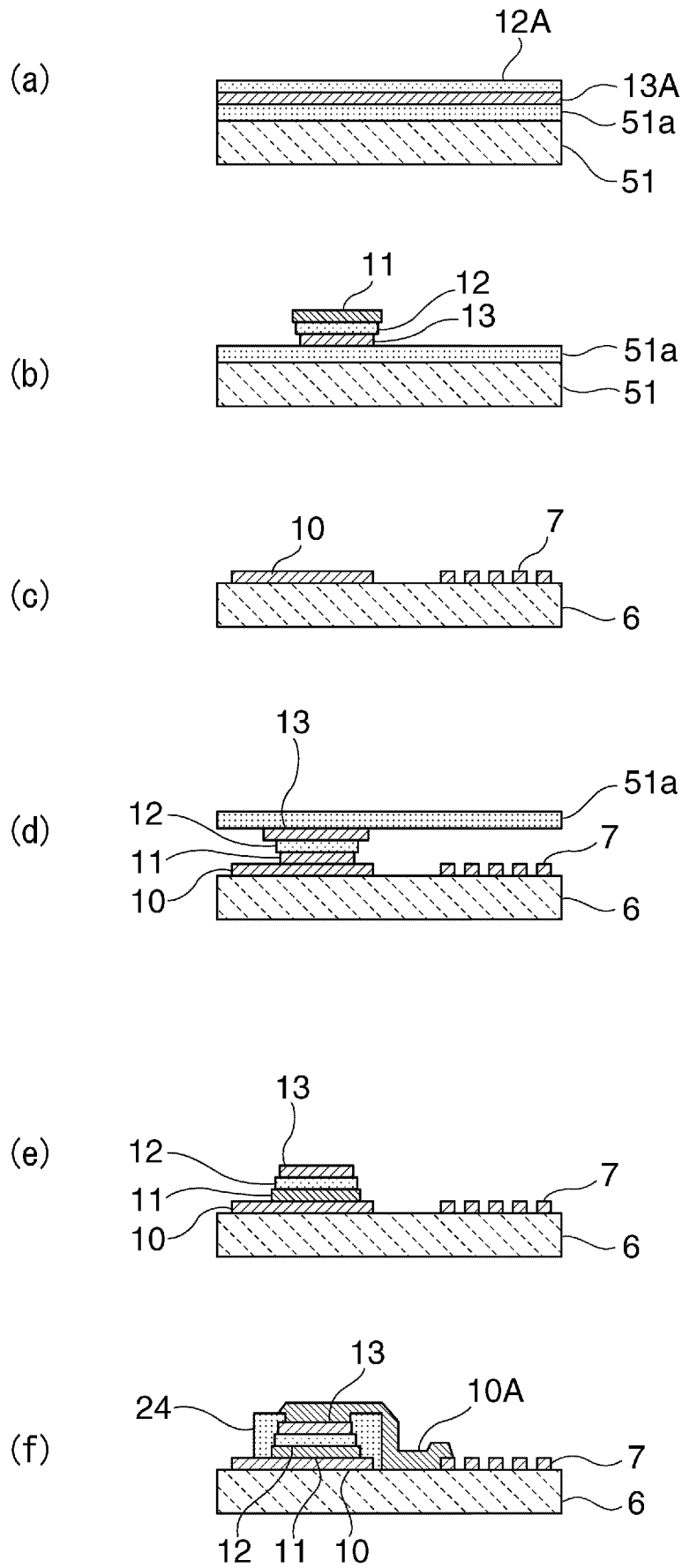
[図5]



[図6]

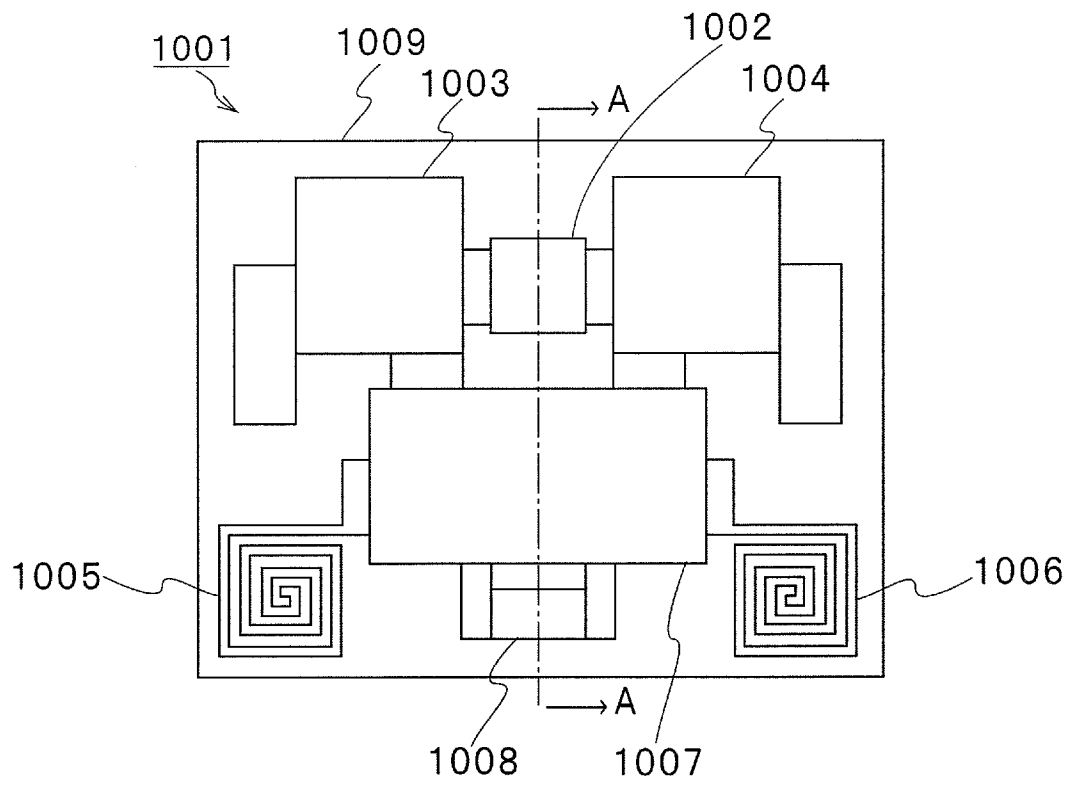


[図7]

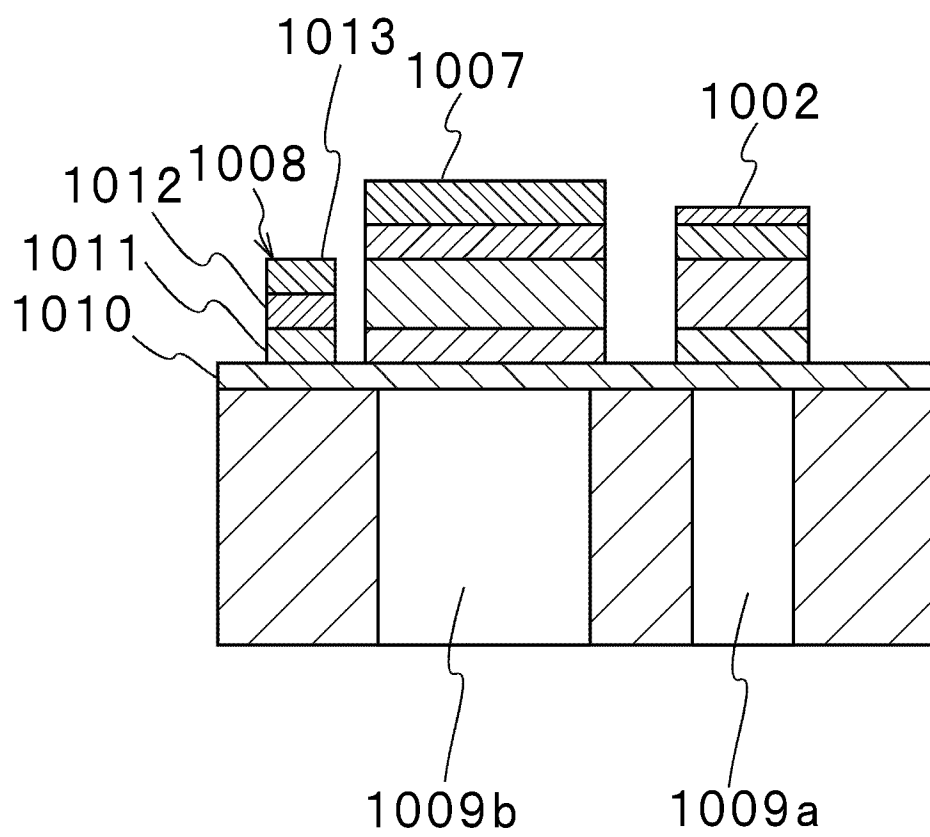


[illegible]

[図9]



[図10]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2012/053342

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H03H9/145(2006.01)i, H01L41/09(2006.01)i, H01L41/18(2006.01)i, H01L41/187(2006.01)i, H01L41/22(2006.01)i, H03H3/02(2006.01)i, H03H3/08(2006.01)i, H03H9/02(2006.01)i, H03H9/17(2006.01)i, H03H9/54(2006.01)i,
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

H03H9/145, H01L41/09, H01L41/18, H01L41/187, H01L41/22, H03H3/02, H03H3/08, H03H9/02, H03H9/17, H03H9/54, H03H9/64

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2012
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2012	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2012

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y A	WO 2010/058544 A1 (Murata Mfg. Co., Ltd.), 27 May 2010 (27.05.2010), paragraphs [0023] to [0027]; fig. 1 (Family: none)	1, 2, 4, 5 3, 6-12
Y A	JP 2008-54046 A (Matsushita Electric Industrial Co., Ltd.), 06 March 2008 (06.03.2008), paragraphs [0043], [0047] & US 2007/0109073 A1	1, 2, 4, 5 3, 6-12
Y A	JP 8-65089 A (Fujitsu Ltd.), 08 March 1996 (08.03.1996), paragraph [0045] (Family: none)	1, 2, 4, 5 3, 6-12



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
22 March, 2012 (22.03.12)

Date of mailing of the international search report
03 April, 2012 (03.04.12)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2012/053342

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y A	JP 11-41055 A (Oki Electric Industry Co., Ltd.), 12 February 1999 (12.02.1999), fig. 1 to 5 (Family: none)	1, 2, 4, 5 3, 6-12

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2012/053342

Continuation of A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
(International Patent Classification (IPC))

H03H9/64(2006.01) i

(According to International Patent Classification (IPC) or to both national
classification and IPC)

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (I P C))

Int.Cl. H03H9/145 (2006.01)i, H01L41/09 (2006.01)i, H01L41/18 (2006.01)i, H01L41/187 (2006.01)i,
H01L41/22 (2006.01)i, H03H3/02 (2006.01)i, H03H3/08 (2006.01)i, H03H9/02 (2006.01)i,
H03H9/17 (2006.01)i, H03H9/54 (2006.01)i, H03H9/64 (2006.01)i

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (I P C))

Int.Cl. H03H9/145, H01L41/09, H01L41/18, H01L41/187, H01L41/22, H03H3/02, H03H3/08, H03H9/02, H03H9/17,
H03H9/54, H03H9/64

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1 9 2 2 - 1 9 9 6 年
日本国公開実用新案公報	1 9 7 1 - 2 0 1 2 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 1 2 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 1 2 年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
Y A	WO 2010/058544 A1 (株式会社村田製作所) 2010.05.27, [0023]-[0027], 図 1 (ファミリーなし)	1, 2, 4, 5 3, 6-12
Y A	JP 2008-54046 A (松下電器産業株式会社) 2008.03.06, [0043], [0047] & US 2007/0109073 A1	1, 2, 4, 5 3, 6-12

☒ C 欄の続きにも文献が列挙されている。

☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)
「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の 1 以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

2 2 . 0 3 . 2 0 1 2

国際調査報告の発送日

0 3 . 0 4 . 2 0 1 2

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (I S A / J P)
郵便番号 1 0 0 - 8 9 1 5
東京都千代田区霞が関三丁目 4 番 3 号

特許庁審査官 (権限のある職員)

橋本 和志

5 W

4 1 8 3

電話番号 0 3 - 3 5 8 1 - 1 1 0 1 内線 3 5 7 6

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
Y A	JP 8-65089 A (富士通株式会社) 1996. 03. 08, [0045] (ファミリーなし)	1, 2, 4, 5 3, 6-12
Y A	JP 11-41055 A (沖電気工業株式会社) 1999. 02. 12, 図 1-5 (ファミリーなし)	1, 2, 4, 5 3, 6-12